

PULVERFORMIGE, VERNETZTE, ABSORBIERENDE POLYMERE, VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG UND IHRE VERWENDUNG

Die Erfindung betrifft **pulverförmige, vernetzte, Wasser, wässrige Flüssigkeiten sowie Blut absorbierende Polymere (Superabsorber)**, mit verbesserten Eigenschaften insbesondere mit einer verbesserten Retention und einem verbesserten Rückhaltevermögen von Flüssigkeiten unter Druck und einer verbesserten Fähigkeit Flüssigkeiten zu transportieren, deren Herstellung und deren Verwendung als Absorbentsmittel in Hygieneartikeln und in technischen Bereichen

Superabsorber sind wasserunlösliche, vernetzte Polymere, die in der Lage sind, unter Quellung und Ausbildung von Hydrogelen große Mengen an wässrigen Flüssigkeiten und Körperflüssigkeiten, wie z. B. Urin oder Blut, aufzunehmen und unter einem bestimmten Druck zurückzuhalten. Durch diese charakteristischen Eigenschaften finden diese Polymere hauptsächlich Anwendung bei der Einarbeitung in Sanitärtitel, wie z. B. Babywindeln, Inkontinenzprodukten oder Damenbinden.

Bei den gegenwärtig kommerziell verfügbaren Superabsorbern handelt es sich im Wesentlichen um vernetzte Polyacrylsäuren oder vernetzte Stärke-Acrylsäure-Pfpolymerate, bei denen die Carboxylgruppen teilweise mit Natronlauge oder Kalialauge neutralisiert sind.

Aus ästhetischen Gründen und aus Umweltaspekten besteht die zunehmende Tendenz, die Sanitärtitel wie Babywindeln, Inkontinezprodukte und Damenbinden immer kleiner und dünner zu gestalten. Um ein gleichbleibendes Gesamtentitätsvermögen der Sanitärtitel zu gewährleisten, kann dieser Anforderung nur durch Reduktion des Anteils an großvolumigen Luff entsprochen werden. Hierdurch fallen dem Superabsorber weitere Aufgaben hinsichtlich Transport und Verteilung von Flüssigkeit zu, die sich als Permeabilitätseigenschaften zusammenfassen lassen.

Unter Permeabilität versteht man bei Superabsorbermaterialien die Fähigkeit, im gequollenen Zustand zuggegebene Flüssigkeiten zu transportieren und dreidimensional zu verteilen. Dieser Prozeß läuft im gequollenen Superabsorbergel über kapillaren Transport durch Zwischenräume zwischen den Geipartikeln ab. Ein Flüssigkeitstransport durch gequollene Superabsorberpartikel selbst folgt den Gesetzen der Diffusion und ist ein sehr langer Prozeß, der in der Nutzungs situation des Sanitärtitels keine Rolle bei der Verteilung der Flüssigkeit

spielt. Bei Superabsorbermaterialien, die einen kapillaren Transport aufgrund mangelnder Gelstabilität nicht bewerkstelligen können, wurde durch Einbetten dieser Materialien in eine Fasermatrix eine Separation der Partikel voneinander unter Vermeidung des Gel-Blocking-Phänomens sichergestellt. In Windelkonstruktionen neuer Generation befindet sich in der Absorberschicht nur wenig oder überhaupt kein Fasermaterial zur Unterstützung des Flüssigkeitstransports. Die hier verwendeten Superabsorber müssen demnach eine ausreichend hohe Stabilität im gequollenen Zustand besitzen, damit das gequollene Gel noch eine ausreichende Menge an kapillären Räumen besitzt, durch die Flüssigkeit transportiert werden kann.

Um Superabsorbermaterialien mit hoher Gelstärke zu erhalten, kann einerseits der Grad der Vernetzung des Polymers angehoben werden, was zwangsläufig eine Verminderung der Quellfähigkeit und das Retentionsvermögens zur Folge hat. Eine optimierte Kombination von verschiedenen Vernetzern und Comonomeren, wie in Patentschrift DE 196 46 484 beschrieben, vermag die Permeabilitätseigenschaften zwar zu verbessern, nicht aber auf ein Niveau, das beispielsweise den Einbau einer gegebenenfalls nur aus Superabsorbern bestehende Schicht in eine Windelkonstruktion erlaubt.

Weiterhin können Methoden zur oberflächlichen Nachvernetzung der Polymerpartikel zur Anwendung kommen. Bei der sog. Nachvernetzung werden die Carboxylgruppen der Polymermoleküle an der Oberfläche der Superabsorberpartikel mit verschiedenen Nachvernetzungsmitteln, die mit mindestens zwei der oberflächennahen Carboxylgruppen reagieren können, zur Reaktion gebracht. Neben der Erhöhung der Gelstärke wird insbesondere die Fähigkeit zur Flüssigkeitsaufnahme unter Druck stark verbessert, da das bekannte Phänomen des Gel-Blocking unterdrückt wird, bei dem angequollene Polymerteilchen verkleben und dadurch eine weitere Flüssigkeitsaufnahme verhindert wird.

Die Oberflächenbehandlung von flüssigkeitsabsorbierenden Harzen ist bereits bekannt. Zur Verbesserung der Dispergierbarkeit wird eine ionische Komplexierung der oberflächennahen Carboxylgruppen mit polyvalenten Metallkationen in der US 4,043,952 vorgeschlagen. Die Behandlung erfolgt mit Salzen mehrwertiger Metalle, die in organischen, ggf. Wasser enthaltende Solventien, (Alkohole und andere organische Solventien), dispergiert sind.

Eine Nachbehandlung von Superabsorberpolymeren mit reaktionsfähigen, oberflächenvernetzenden Verbindungen (Alkylenkarbonate) zur Erhöhung der Flüssigkeitsaufnahmefähigkeit unter Druck wird in DE-A-40 20 780 beschrieben.

spielt. Bei Superabsorbermaterialien, die einen kapillaren Transport aufgrund mangelnder Gelstabilität nicht bewerkstelligen können, wurde durch Einbetten dieser Materialien in eine Fasermatrix eine Separation der Partikel voneinander unter Vermeidung des Gel-Blocking-Phänomens sichergestellt. In Windelkonstruktionen neuer Generation befindet sich in der Absorberschicht nur wenig oder überhaupt kein Fasermaterial zur Unterstützung des Flüssigkeitstransports. Die hier verwendeten Superabsorber müssen demnach eine ausreichend hohe Stabilität im gequollenen Zustand besitzen, damit das gequollene Gel noch eine ausreichende Menge an kapillären Räumen besitzt, durch die Flüssigkeit transportiert werden kann.

Um Superabsorbermaterialien mit hoher Gelstärke zu erhalten, kann einerseits der Grad der Vernetzung des Polymers angehoben werden, was zwangsläufig eine Verminderung der Quellfähigkeit und das Retentionsvermögens zur Folge hat. Eine optimierte Kombination von verschiedenen Vernetzern und Comonomeren, wie in Patentschrift DE 196 46 484 beschrieben, vermag die Permeabilitätseigenschaften zwar zu verbessern, nicht aber auf ein Niveau, das beispielsweise den Einbau einer gegebenenfalls nur aus Superabsorbern bestehende Schicht in eine Windelkonstruktion erlaubt.

Weiterhin können Methoden zur oberflächlichen Nachvernetzung der Polymerpartikel zur Anwendung kommen. Bei der sog. Nachvernetzung werden die Carboxylgruppen der Polymermoleküle an der Oberfläche der Superabsorberpartikel mit verschiedenen Nachvernetzungsmitteln, die mit mindestens zwei der oberflächennahen Carboxylgruppen reagieren können, zur Reaktion gebracht. Neben der Erhöhung der Gelstärke wird insbesondere die Fähigkeit zur Flüssigkeitsaufnahme unter Druck stark verbessert, da das bekannte Phänomen des Gel-Blocking unterdrückt wird, bei dem angequollene Polymerteilchen verkleben und dadurch eine weitere Flüssigkeitsaufnahme verhindert wird.

Die Oberflächenbehandlung von flüssigkeitsabsorbierenden Harzen ist bereits bekannt. Zur Verbesserung der Dispergierbarkeit wird eine ionische Komplexierung der oberflächennahen Carboxylgruppen mit polyvalenten Metallkationen in der US 4,043,952 vorgeschlagen. Die Behandlung erfolgt mit Salzen mehrwertiger Metalle, die in organischen, ggf. Wasser enthaltende Solventien, (Alkohole und andere organische Solventien), dispergiert sind.

Eine Nachbehandlung von Superabsorberpolymeren mit reaktionsfähigen, oberflächenvernetzenden Verbindungen (Alkylenkarbonate) zur Erhöhung der Flüssigkeitsaufnahmefähigkeit unter Druck wird in DE-A-40 20 780 beschrieben.

Die EP 0 233 067 beschreibt wasserabsorbierende, an der Oberfläche vernetzte Harze, die durch Reaktion von einem superabsorbierenden Polymerpulver mit einer Aluminiumverbindung erhalten werden. Als Behandlungslösung findet eine Mischung aus Wasser und Diolen Verwendung, die den Einsatz von niederen Alkoholen als Lösungsmittel überflüssig machen soll. Es werden bevorzugt 100 Teile Vernetzungslösung auf 100 bis 300 Teile Absorber aufgebracht. Gemäß den Beispielen findet die Umsetzung mit der Aluminiumkomponente bei Raumtemperatur statt. Die dem Reaktionsmedium Wasser zugesetzten Diole (z. B. Polyethylenglycol 400 und 2000, 1,3-Butanediol oder 1,5-Pentandiol) dienen dazu, ein Vulkanklumpen des Superabsorbers bei der Behandlung mit den hier verwendeten großen Mengen an wässriger Behandlungslösung zu verhindern. Das Lösemittel wird in einer anschließenden Trocknung bei 100°C entfernt. Die so behandelten Polymere weisen ein nicht ausreichendes Eigenschaftsniveau auf, wobei eine Verbesserung der Absorptionsfähigkeit unter Druck nicht erreicht wird. Außerdem ist eine Behandlung mit großen Mengen Behandlungslösung bei modernen, kontinuierlich arbeitenden Verfahren nicht ökonomisch durchführbar.

In der WO 86/05234 wird ein Verfahren zur Herstellung superabsorbierender Polymere beschrieben, gemäß dem an der Oberfläche der mindestens 10 Gew.% Wasser enthaltenden Absorberteilchen eine vernetzte Schicht durch eine Reaktion von einem reaktiven, hydrophilen Polymeren oder einer reaktiven metallorganischen Verbindung mit einem mindestens bifunktionellen Vernetzer unter 100°C gebildet wurde. Die Polymerate sollen ein ausgewogenes Verhältnis von Absorption, Gelfestigkeit und Permeabilität aufweisen, wobei die Maßwerte nach Außerst niedrigen Bewertungskriterien ermittelt werden. So werden beispielsweise die Absorption und die Permeabilität ohne jegliche Druckbelastung bestimmt. Nachteilig ist bei diesem bekannten Verfahren die Verwendung von Lösemitteln und toxisch bedenklichen Vernetzungsreagentien wie z.B. den als bevorzugt genannten Polyimininen, alkoxylierten Silikon- bzw. Titan-Verbindungen und Epoxiden.

Durch eine entsprechende Behandlung von kommerziell erhältlichen Superabsorberprodukten mit Aminopolymeren in organischen Lösungsmitteln wird in WO 95/22358 und WO 97/12575 eine Verbesserung der Permeabilitäts- und Flüssigkeitstransporteigenschaften erreicht. Der gravierende Nachteil des hier beschriebenen Verfahrens liegt neben der Verwendung von toxikologisch bedenklichen Polyaminen und Polyimininen in dem Einsatz großer Mengen organischer Lösungsmittel, die für die Behandlung der Polymere notwendig sind. Der damit verbundene Sicherheitsaspekt und Kostenaufwand schließt eine

großtechnische Produktion aus. Neben der toxikologischen Bedenlichkeit dieser Behandlungsmittel ist weiterhin zu berücksichtigen, daß sie unter den hohen Nachvernetzungstemperaturen auch zur Zersetzung neigen, was sich u.a. in einer Gelbfärbung der Absorberpartikel äußert.

Einen Hinweis darauf, daß unter Beibehaltung einer hohen Retentionskapazität und Aufnahmefähigkeit von Flüssigkeit unter Druck bei der Nachvernetzungsstufe ebenfalls die Permeabilitätsseigenschaften drastisch gesleigert werden können, ist aus dem vorstehend beschriebenen Stand der Technik nicht zu erkennen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher, superabsorbierende Polymere bereitzustellen, die als Eigenschaftskombination nicht nur eine hohe Aufnahmekapazität unter Druck, sondern auch die üblicherweise gegenläufigen Eigenschaften eines hohen Retentionsvermögens und einer guten Permeabilität in sich vereinigen, d. h. ein Niveau der Eigenschaftskombination aufzuweisen, bei dem neben einem Retentionswert von $\geq 25 \text{ g/g}$ mindestens ein SFC-Wert von mindeslens $30 \cdot 10^{-7}$, vorzugsweise von mindestens $50 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^3 \text{ s/g}$ vorliegt. Insbesondere lag die Aufgabe darin, superabsorbierende Polymere zur Verfügung zu stellen, die sich vor allem für die Verwendung in sehr dünnen Windelkonstruktionen mit sehr hohem Superabsorberanteil eignen. Für diesen Fall sind insbesondere Polymere mit Retentionswerten von $\geq 25 \text{ g/g}$ und Permeabilitätswerte von $SFC > 70 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^3 \text{ s/g}$ erforderlich.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung war es, Herstellungsverfahren für solche superabsorbierenden Polymeren zu finden, die einfach, ökonomisch und sicher durchführbar sind, eine gleichmäßige Produktqualität liefern und bei denen insbesondere niedrige Lösungsmittelmengen verwendet und organische Lösungsmittel nach Möglichkeit vermieden werden. Darüber hinaus sollen die Verfahren ohne die Verwendung toxikologisch bedenklicher Substanzen durchführbar sein.

Die erfundsgemäße Aufgabe wird durch die Bereitstellung eines pulverförmigen, an der Oberfläche nachvernetzten, Wasser, wäßrige oder seröse Flüssigkeiten sowie Blut absorbierenden Polymerates, aufgebaut aus

- a) 55-99,9 Gew%, vorzugsweise 70 – 90 Gew%, polymerisierten, ethylenisch ungesättigten, säuregruppenhaltenden Monomeren, die mindestens zu 25 Mol% neutralisiert sind,
- b) 0-40 Gew%, vorzugsweise 0 – 20 Gew%, polymerisierten, ethylenisch ungesättigten, mit a) copolymerisierbaren Monomeren,
- c) 0,1 - 5,0 Gew%, vorzugsweise 0,1 – 3 Gew%, eines oder mehrerer polymerisierter Vernetzungsmittel,
- d) 0-30 Gew%, vorzugsweise 0 – 5 Gew%, eines wasserlöslichen Polymeren wobei die Summe der Gewichtsmengen a) bis d) immer 100 Gew.% beträgt,
- dadurch gekennzeichnet, daß das Polymerisat mit e) 0,01 bis 5 Gew.% bezogen auf das Polymerisat, eines organischen Oberflächennachvernetzungsmittels, mit Ausnahme von Polyolen, in Form einer wässrigen Lösung und mit f) 0,001 – 1,0 Gew% bezogen auf das Polymerisat, eines Kations als Salz in Form einer wäfrigen Lösung behandelt worden ist,**

gelöst.

Überraschenderweise ergibt sich nämlich durch die Beschichtung eines teichenförmigen Absorberharzes mit einer wässrigen Lösung eines organischen Vernetzungsmittels mit Ausnahme von Polyolen, das mit den oberflächennahen Molekülguppen, vorzugsweise mit den Carboxylgruppen, in Anwesenheit eines Kations einer Salzkomponente, vorzugsweise unter Erhitzung auf 40 bis 300 °C reagiert hat, ein Superabsorberharz mit einer signifikanten Verbesserung der Permeabilitätseigenschaften bei sehr gutem Retentionsvermögen.

Völlig unerwartet führt die wässrige Lösung der erfundungsgemäßen Kombination von Nachvernetzer-Komponenten zum erwarteten Ergebnis, nämlich Superabsorberharzen mit einem hohen Retentionsvermögen auch unter Druck bei gleichzeitig ausgezeichneten Permeabilitätseigenschaften. Eine aufeinander folgende separate Anwendung sowohl einer wässrigen Lösung des organischen Nachvernetzungsmittels bzw. der wässrigen Salzlösung mit jeweiligem Erhitzen führt nicht zu einer vergleichbar guten Produktcharakteristik.

Die alleinige Verwendung von organischen Nachvernetzungsmitteln, wie beispielsweise von Alkylencarbonaten in wässriger Lösung, führt zu Produkten mit hoher Retentionskapazität, hoher Geistärke und hohem Aufnahmevermögen unter Druck. Eine signifikante Steigerung der Permeabilität im gequollenen Zustand kann allerdings nur durch einen entsprechend höheren Grad der Vernetzung der Polymere

- bei der Polymerisation, bzw. einer stärkeren Nachvernetzung (erhöhte Mengen Nachvernetzungsmittel oder drastische Bedingungen) und dem damit verbundenen Verlust an Retentionskapazität erreicht werden.

- Die alleinige Nachvernetzung mit Kationen hoher positiver Ladungsdichte führt ebenfalls nicht zu Polymerisaten mit der erwünschten Eigenschaftskombination. Insbesondere lassen sich **keine befriedigenden Werte bei der Flüssigkeitsaufnahme unter Druck und keine guten Permeabilitätseigenschaften erreichen**. Die Behandlung von Superabsorberpolymeren nur mit mehrwertigen Kationen vermag daher nur die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsaufnahme zu erhöhen. Eine Verbesserung der Druckstabilität oder gar der Flüssigkeitstransporteigenschaften im gequollenen Zustand wird nicht erreicht.

Erfindungsgemäß werden als organische Nachvernetzer-Komponente e) vorzugsweise organische mindestens bifunktionelle Verbindungen mit Ausnahme von Polyolen eingesetzt, die mit den Oberflächen COOH-Gruppen des Polymerisats reagieren. Beispieleweise sind dies Alkylencarbonate, vorzugsweise mit C₂-C₁₀, besonders bevorzugt mit C₂-C₈ im Ring wie 1,3-Dioxolan-2-on, 4-Methyl-1,3-Dioxolan-2-on, 4,5-Dimethyl-1,3-dioxolan-2-on, 4,4-Dimethyl-1,3-dioxolan-2-on, 4-Ethyl-1,3-dioxolan-2-on, 4-Hydroxymethyl-1,3-dioxolan-2-on, 1,3-Dioxan-2-on, 4-Methyl-1,3-dioxan-2-on, 4,6-Dimethyl-1,3-dioxan-2-on oder 1,3-Dioxolane, 1,3-Dioxane, wobei 1,3-Dioxolan-2-on oder 4-Methyl-1,3-dioxolan-2-on bevorzugt ist.

Weiterhin können als Nachvernetzer-Komponente e) eingesetzt werden: Aminoalkohole, vorzugsweise aliphatische Aminoalkohole, bevorzugt mit C₂-C₁₀ wie z.B. Diethanolamin, Triethanolamin. Weitere geeignete, aber aufgrund ihres toxisologischen Potentials als kritisch anzusehende organischen Nachvernetzerverbindungen sind: Polyepoxide, wie Polyepoxid-Ether oder Ester von polyfunktionellen, vorzugsweise difunktionellen Polyolen oder Carbonsäuren, z.B. Ethylenglycoldiglycidylether, Polyethylenglycoldiglycidylether, Glycerinpolyglycidylether, Polyglycerinpolyglycidylether, Propylenglycoldiglycidylether, Polypropylenglycoldiglycidylether, Neopentylglycoldiglycidylether, Pentaerythritolpolyglycidylether, Hexandiodiglycidylether, Trimethylolpropanpolyglycidylether, Sorbitopoliglycidylether,

Phthalsäurediglycidylester, Adipinsäurediglycidylester, 1,4-Phenylen-bis(2-oxazolin), Glycidol; Polyisocyanate, vorzugsweise Diisocyanate wie beispielsweise 2,4-Toluoldiisocyanat und Hexamethylendiisocyanat; Halogenepoxide wie beispielsweise Epichlor- und Epibromhydrin und α -Methylepiclorhydrin, aliphatische

- b) bei der Polymerisation, bzw. einer stärkeren Nachvernetzung (erhöhte Mengen Nachvernetzungsmittel oder drastische Bedingungen) und dem damit verbundenen Verlust an Retentionskapazität erreicht werden.

Die alleinige Nachvernetzung mit Kationen hoher positiver Ladungsdichte führt ebenfalls nicht zu Polymerisaten mit der erwünschten Eigenschaftskombination. Insbesondere lassen sich **keine befriedigenden Werte bei der Flüssigkeitsaufnahme unter Druck und keine guten Permeabilitätseigenschaften erreichen**. Die Behandlung von Superabsorberpolymeren nur mit mehrwertigen Kationen vermag daher nur die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsaufnahme zu erhöhen. Eine Verbesserung der Druckstabilität oder gar der Flüssigkeitstransporteigenschaften im gequollenen Zustand wird nicht erreicht.

Erfindungsgemäß werden als organische Nachvernetzer-Komponente e) vorzugsweise organische mindestens bifunktionelle Verbindungen mit Ausnahme von Polyolen eingesetzt, die mit den Oberflächen COOH-Gruppen des Polymerisats reagieren. Beispieleweise sind dies Alkylencarbonate, vorzugsweise mit C₂-C₁₀, besonders bevorzugt mit C₂-C₈ im Ring wie 1,3-Dioxolan-2-on, 4-Methyl-1,3-Dioxolan-2-on, 4,5-Dimethyl-1,3-dioxolan-2-on, 4,4-Dimethyl-1,3-dioxolan-2-on, 4-Ethyl-1,3-dioxolan-2-on, 4-Hydroxymethyl-1,3-dioxolan-2-on, 1,3-Dioxan-2-on, 4-Methyl-1,3-dioxan-2-on, 4,6-Dimethyl-1,3-dioxan-2-on oder 1,3-Dioxolane, 1,3-Dioxane, wobei 1,3-Dioxolan-2-on oder 4-Methyl-1,3-dioxolan-2-on bevorzugt ist.

Weiterhin können als Nachvernetzer-Komponente e) eingesetzt werden: Aminoalkohole, vorzugsweise aliphatische Aminoalkohole, bevorzugt mit C₂-C₁₀ wie z.B. Diethanolamin, Triethanolamin. Weitere geeignete, aber aufgrund ihres toxisologischen Potentials als kritisch anzusehende organischen Nachvernetzerverbindungen sind: Polyepoxide, wie Polyepoxid-Ether oder Ester von polyfunktionellen, vorzugsweise difunktionellen Polyolen oder Carbonsäuren, z.B. Ethylenglycoldiglycidylether, Polyethylenglycoldiglycidylether, Glycerinpolyglycidylether, Propylenglycoldiglycidylether, Neopentylglycoldiglycidylether, Pentaerythritolpolyglycidylether, Hexandiodiglycidylether, Trimethylolpropanpolyglycidylether, Sorbitopoliglycidylether,

Polyaminverbindungen, wie beispielsweise Ethylenediamin, Diethylentriamin, Triethylentetramin, Polyallylamin oder Polyethylennimin. Ferner sind als Nachvernetzerverbindungen Polyoxazolinverbindungen, wie beispielsweise 1,2-Ethylenbisoxazolin; einsetzbar.

Die organische Nachvernetzerkomponente bzw. deren Mischungen werden in Mengen von 0,01 – 5 Gew. %, bevorzugt 0,1 – 2,5 Gew. % und besonders bevorzugt von 0,5 bis 1,5 Gew. %, bezogen auf das an seiner Oberfläche zu vermittelnde Polymerat, eingesetzt.

Erfindungsgemäß werden als Komponente η vorzugsweise wässrige Lösungen von Salzen zur Vernetzung der oberflächennahen Carboxylgruppen eingesetzt, deren Anionen Chloride, Bromide, Sulfate, Carbonate, Nitrate, Phosphate oder organische Anionen wie Acetate und Lactate sind. Die Kationen leiten sich vorzugsweise von ein- und mehrwertigen Kationen ab, die einwertigen insbesondere von Alkalimetallen, wie Kalium, Natrium, Lithium, wobei Lithium bevorzugt wird. Erfindungsgemäß verwendete zweiwertige Kationen leiten sich von Zink, Beryllium, Erdalkalimetallen wie Magnesium, Calcium, Strontium ab, wobei Magnesium bevorzugt wird. Weitere Beispiele für erfundungsgemäß einsetzbare höherwertige Kationen sind Kationen von Aluminium, Eisen, Chrom, Mangan, Titan, Zirkonium und andere Übergangsmetalle sowie Doppelsalze solcher Kationen oder Mischungen der genannten Salze. Bevorzugt werden Aluminiumsalze und Alaune und deren unterschiedliche Hydrate wie z.B. $\text{AlCl}_3 \times 6 \text{ H}_2\text{O}$, $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \times 12 \text{ H}_2\text{O}$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \times 12 \text{ H}_2\text{O}$ oder $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18 \text{ H}_2\text{O}$ eingesetzt. Besonders bevorzugt werden $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ und seine Hydrate verwendet. Eingesetzt wird die Salzkomponente, berechnet auf das Kation, in Mengen von 0,001 – 1,0 Gew. %, bevorzugt 0,005 – 0,5 Gew. %, und besonders bevorzugt 0,01 – 0,2 Gew. %, bezogen auf das Polymerat.

Das wasserabsorbierende Polymerat, das oberflächenvernetzt wird, wird durch Polymerisation von a) 55-99,9 Gew% eines einfach ungesättigten Monomeren mit Säuregruppen erhalten. Hierbei sind carboxylgruppenhaltige Monomere bevorzugt, wie z.B. Acrylsäure, Methacrylsäure oder 2-Acrylamido-2-methylpropan sulfonfönsäure oder Mischungen dieser Monomeren.. Es ist bevorzugt, daß mindestens 50% und besonders bevorzugt mindestens 75% der Säuregruppen Carboxyl-Gruppen sind. Die Säuregruppen sind zu mindestens zu 25 Mol% neutralisiert, d.h. liegen als Natrium-, Kalium- oder Ammoniumsalze vor. Bevorzugt liegt der Neutralisationsgrad bei mindestens 50 mol%. Besonders bevorzugt ist ein Polymerat, das durch Polymerisation von Acrylsäure oder Methacrylsäure, deren Carboxylgruppen zu 50-80 Mol% neutralisiert ist, in Gegenwart von Vernetzern erhalten wurde.

Als weitere Monomere b) können für die Herstellung der absorbierenden Polymeratse 0-40 Gew% ethylenisch ungesättigte mit a) copolymerisierbarer Monomere, wie z. B. Acrylamid, Methacrylamid, Hydroxyethylacrylat, Dimethylaminoalkyl(meth)acrylat, Dimethylaminopropylacrylamid oder Acrylamidopropyltrimethylammoniumchlorid verwendet werden. Über 40 Gew% dieser Monomeren können die Quellfähigkeit der Polymerate verschlechtern.

Als Vernetzerkomponente c), die während der Polymerisation von a) und b) vorhanden ist, können alle Verbindungen verwendet werden, die mindestens zwei ethylenisch ungesättigte Doppelbindungen oder eine ethylenisch ungesättigte Doppelbindung und eine gegenüber Säuregruppen der Monomeren a) reaktive funktionelle Gruppe oder mehrere gegenüber Säuregruppen reaktive funktionelle Gruppen tragen. Beispiele hierfür seien genannt: aliphatische Amide wie z. B. das Methylenbisacryl- bzw. -methacrylamid oder Ethylenbisacrylamid, ferner aliphatische Ester von Polyolen oder alkoxyllierten Polyolen mit ethylenisch ungesättigten Säuren, wie Di(methacrylate oder Trimethyl)acrylate, Butandiol- oder Ethylenglykol, Polyglykolen, Trimethylolpropan, Di- und Triacylatester des, vorzugsweise mit 1 bis 30 Mol Alkylenoxid oxalkylierten, vorzugsweise ethoxylierten Trimethylolpropan, Acylat- und Methacrylatester von Glycerin und Pentaerythrit, sowie des mit vorzugsweise 1 bis 30 Mol Ethylenoxid oxythyleierten Glycerins und Pentaerythrits, ferner Allylverbindungen wie Allyl(meth)acrylat, alkoxyliertes Allyl(meith)acrylat mit weiteren Allylverbindungen wie Allyl(meth)acrylat, Triallylcyanurat, Triallylisocyanurat, Maleinsäurediallylesther, Polyallylesther, Tetraallyloxyethan, Triallylamin, Tetraallylethylendiamin, Allylester der Phosphorsäure bzw. phosphorigen Säure, ferner vernetzungsfähige Monomere, wie N-Methyloverbindungen von ungesättigten Amiden wie von Methacrylamid oder Acrylamid und die davon abgeleiteten Ether. Mischungen der genannten Vernetzern können ebenfalls eingesetzt werden. Der Anteil an den vernetzenden Comonomeren liegt bei 0,1 bis 5 Gew%, bevorzugt bei 0,01 bis 3,0 Gew%, bezogen auf die Gesamtmenge der Monomeren.

Als wasserlösliche Polymere d) können in den erfindungsgemäß absorbierenden Polymeraten 0-30 Gew.% wasserlösliche Polymerate, wie teil- oder vollseifiger Polyacrylsäure, Polyvinylpyrrolidon, Stärke oder Stärkederivate, Polyglykole oder Polyacrylsäuren enthalten, vorzugsweise einpolymerisiert sein. Das Molekulargewicht dieser Polymeren ist unkritisch, solange sie wasserlöslich sind. Bevorzugte wasserlösliche Polymere sind Stärke und Polyvinylalkohol. Der bevorzugte Gehalt an solchen wasserlöslichen Polymeren im erfundungsgemäß absorbierenden Polymerat liegt bei 0-30 Gew. %, vorzugsweise 0-5 Gew%.

bezogen auf die Gesamtmenge der Komponenten a) bis d). Die wasserlöslichen Polymere, vorzugsweise synthetische wie Polyvinylalkohol, können auch als Propgrundlage für die zu polymerisierenden Monomeren dienen.

Zur Initiierung der radikalischen Polymerisation werden die gängtlichsten Initiatoren wie z.B. Azo- oder Peroxoverbindungen, Redoxsysteme oder UV-Initiatoren (Sensibilisatoren) verwendet.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Polymerate erfolgt vorzugsweise nach zwei Methoden:

Nach der ersten Methode wird das teilneutralisierte Monomere a), vorzugsweise die Acrylsäure in wäßriger Lösung in Gegenwart von Vernetzern und ggf. weiteren Komponenten durch radikalische Polymerisation in ein Gel überführt, das zerkleinert, getrocknet, gemahlen und auf die gewünschte Partikelgröße abgesiebt wird. Diese Lösungspolymerisation kann kontinuierlich oder diskontinuierlich durchgeführt werden. Der Stand der Technik weist ein breites Spektrum an Variationsmöglichkeiten hinsichtlich der Konzentrationsverhältnisse, Temperaturen, Art und Menge der Initiatoren aus. Typische Verfahren sind in den folgenden Veröffentlichungen beschrieben: US 4 286 082, DE 27 06 135 und US 4 076 663, deren entsprechende Offenbarung hiermit als Referenz eingeführt wird.

Auch die inverse Suspensions- und Emulsionspolymerisation kann zur Herstellung der erfindungsgemäßen Produkte angewendet werden. Gemäß diesen Prozessen wird eine wäßrige, teilneutralisierte Lösung der Monomeren a), vorzugsweise Acrylsäure mit Hilfe von Schutzkolloiden und/oder Emulgatoren in einem hydrophoben, organischen Lösungsmittel dispergiert und durch Radikalinitiatoren die Polymerisation gestartet. Die Vernetzer sind entweder in der Monomerlösung gelöst und werden mit dieser zusammen dosiert oder aber separat und gegebenenfalls während der Polymerisation zugefügt. Gegebenenfalls erfolgt die Zugabe eines wasserlöslichen Polymeren d) als Pfeifgrundlage über die Monomerlösung oder durch direkte Vorlage in die Ölphase. Anschließend wird das Wasser azeotrop aus dem Gemisch entfernt und das Polymerat abfiltriert und ggf. getrocknet. Die Vernetzung kann durch Einpolymerisation eines in der Monomerlösung gelösten polyfunktionellen Vernetzers und/oder durch Reaktion geeigneter Vernetzungsmittel mit funktionellen Gruppen des Polymeren während der Polymerisationsstufen erfolgen. Die Verfahren sind beispielsweise in den Veröffentlichungen US 43 40 706, DE 3713 601, DE 28 40 010 und WO 96/05234 beschrieben, deren entsprechende Offenbarung hiermit als Referenz eingeführt wird.

Die Trocknung des Polymeratsgels erfolgt bis zu einem Wassergehalt von 0,5-25 Gew.%, vorzugsweise von 1 bis 10 Gew.%, besonders bevorzugt 1 bis 8 Gew.% bei Temperaturen, die üblicherweise im Bereich von 100 – 200 °C liegen.

Hinsichtlich der Teilchenform des erfindungsgemäß absorbierenden Polymeraten gibt es keine besonderen Einschränkungen. Das Polymerat kann in Form von Kugelchen vorliegen, die durch Inverse Suspensionspolymerisation erhalten wurden, oder in Form von unregelmäßig geformten Teilchen, die durch Trocknung und Pulvlerisierung der Gelmasse aus der Lösungspolymerisation stammen. Die Teilchengröße liegt normalerweise unter 3000 µm, bevorzugt zwischen 20 und 2000 µm, und besonders bevorzugt zwischen 150 und 850 µm.

Die erfindungsgemäßen Nachvernetzkomponenten werden in Form ihrer wässrigen Lösungen aufgebracht. Geeignete Lösungsmittel sind Wasser und ggf. polare, mit Wasser mischbare organische Lösungsmittel wie beispielsweise Aceton, Methanol, Ethanol oder 2-Propanol bzw. deren Gemische. Der Begriff wäßrige Lösung im Sinne der Erfindung bedeutet in Bezug auf die Lösungsmittelkomponente, daß neben dem Wasser auch noch andere organische Lösungsmittel enthalten sein können. Die Konzentration der jeweiligen Nachvernetzkomponente in dem wässrigen Lösungsmittel kann in weiten Grenzen schwanken und liegt im Bereich von 1 bis 80 Gew.%, vorzugsweise im Bereich von 5 bis 65 Gew.%, und ganz besonders bevorzugt in einem Bereich von 10 bis 40 Gew.%. Das bevorzugte Lösungsmittel für das organische Nachvernetzungsmittel bzw. die Salzkomponente ist Wasser, das in einer Menge von 0,5 – 10 Gew.%, bevorzugt 0,75 – 5 Gew.% und besonders bevorzugt 1,0 – 4 Gew.%, bezogen auf das Polymerat verwendet wird.

Soffern der organische Nachvernetzer und die Salzkomponente in einer wässrigen Lösung vorliegen, können die lösbarsten Mengen beider Komponenten durch Aussalzeffekte begrenzt sein und sind entsprechend der Zusammensetzung anzupassen. Da aus sicherheitstechnischen Gründen zur Vermeidung von Explosionen die Menge an organischem Solvens so gering wie möglich gehalten werden soll, ist eine stabile Mischphase Wasser/organisches Lösungsmittel/organische Nachvernetzkomponente nicht über beliebige Konzentrationen der Verbindung zu erreichen. Eine bevorzugte Lösung besteht beispielsweise aus 1,5 – 3 Gew.Teilen Wasser, 0,5 - 1 Gew. Teilen organische Nachvernetzerverbindung und 0,4 – 0,6 Gew. Teilen eines anorganischen Salzes. Die gesamte Menge an Lösungsmittel wird üblicherweise im Bereich von 0,5-

12 Gew.-%, bevorzugt bei 1 – 7 Gew.-% und besonders bevorzugt bei 1 – 5 Gew.-% bezogen auf das Polymerisat eingesetzt.

Um die Flüssigkeitsmengen, die auf das Polymerisat aufgebracht werden, zu reduzieren, können neben Wasser und den oben genannten organischen Solventien auch andere Lösungsmittel zum Einsatz kommen, wie zum Beispiel anorganische oder organische Säuren oder Komplexbildner.

Abhängig von der Löslichkeit der beiden Komponenten e) und f) wird die Lösung vor dem Aufbringen auf das Polymerisat auf 20-100 °C, bevorzugt auf 20-60 °C erwärmt. Ein getrenntes, aber gleichzeitiges Zudosieren von einer Lösung des organischen Nachvernetzers und einer Lösung der Salzkomponente ist ebenfalls möglich, wenn eine homogene Verteilung beider Komponenten auf dem Polymerisat gewährleistet ist und das Material anschließend thermisch nachbehandelt wird. Bevorzugt ist das Aufbringen einer einzigen Lösung auf das Polymerisat, in der beide Komponenten gelöst sind.

Die Nachvernetzerlösung sollte sehr gut mit den Polymerpartikeln vermischt werden. Geeignete Mischaggregate zum Aufbringen der Nachvernetzung sind z.B. Patterson-Kelley-Mischer, DRAIS-Turbulenzmischer, Lötigemischer, Ruberg-Mischer, Schneckenmischer, Tellermischer und Wirbelschichtmischer sowie kontinuierlich arbeitende senkrechte Mischer, in denen das Polymerisat-Pulver mittels rotierender Messer in schneller Frequenz gemischt wird (Schugi-Mischer). Es besteht auch die Möglichkeit, die Beschichtung des Polymerisates während eines Verfahrensschrittes bei der Herstellung des Polymerisates vorzunehmen. Hierzu ist besonders der Prozeß der inversen Suspensionspolymerisation geeignet.

Nachdem die Nachvernetzerlösung mit den Polymerpartikeln vermischt worden ist, erfolgt die Nachvernetzungsreaktion vorzugsweise bei Temperaturen im Bereich von 40°C bis 300°C, bevorzugt von 80°C bis 250°C und besonders bevorzugt von 160°C bis 210°C. Die optimale Zeidauer der Nacheinheizung kann für die einzelnen Vernetzertypen mit wenigen Versuchen leicht ermittelt werden. Sie wird dadurch begrenzt, wenn das gewünschte Eigenschaftsprofil des Superabsorbers infolge von Hitzeschädigung wieder zerstört wird. Die thermische Behandlung kann in üblichen Trocknern oder Öfen durchgeführt werden; beispielhaft seien Drehrohröfen, Wirbelpettrockner, Tellertrockner, Paddeltrockner oder Infratrockner genannt.

Die Polymeren gemäß der Erfindung können in großtechnischer Weise nach bekannten kontinuierlich oder diskontinuierlich hergestellt werden.

12 Gew.-%, bevorzugt bei 1 – 7 Gew.-% und besonders bevorzugt bei 1 – 5 Gew.-% bezogen auf das Polymerisat eingesetzt.

Um die Flüssigkeitsmengen, die auf das Polymerisat aufgebracht werden, zu reduzieren, können neben Wasser und den oben genannten organischen Solventien auch andere Lösungsmittel zum Einsatz kommen, wie zum Beispiel anorganische oder organische Säuren oder Komplexbildner.

Abhängig von der Löslichkeit der beiden Komponenten e) und f) wird die Lösung vor dem Aufbringen auf das Polymerisat auf 20-100 °C, bevorzugt auf 20-60 °C erwärmt. Ein getrenntes, aber gleichzeitiges Zudosieren von einer Lösung des organischen Nachvernetzers und einer Lösung der Salzkomponente ist ebenfalls möglich, wenn eine homogene Verteilung beider Komponenten auf dem Polymerisat gewährleistet ist und das Material anschließend thermisch nachbehandelt wird. Bevorzugt ist das Aufbringen einer einzigen Lösung auf das Polymerisat, in der beide Komponenten gelöst sind.

Die Nachvernetzerlösung sollte sehr gut mit den Polymerpartikeln vermischt werden. Geeignete Mischaggregate zum Aufbringen der Nachvernetzung sind z.B. Patterson-Kelley-Mischer, DRAIS-Turbulenzmischer, Lötigemischer, Ruberg-Mischer, Schneckenmischer, Tellermischer und Wirbelschichtmischer sowie kontinuierlich arbeitende senkrechte Mischer, in denen das Polymerisat-Pulver mittels rotierender Messer in schneller Frequenz gemischt wird (Schugi-Mischer). Es besteht auch die Möglichkeit, die Beschichtung des Polymerisates während eines Verfahrensschrittes bei der Herstellung des Polymerisates vorzunehmen. Hierzu ist besonders der Prozeß der inversen Suspensionspolymerisation geeignet.

Nachdem die Nachvernetzerlösung mit den Polymerpartikeln vermischt worden ist, erfolgt die Nachvernetzungsreaktion vorzugsweise bei Temperaturen im Bereich von 40°C bis 300°C, bevorzugt von 80°C bis 250°C und besonders bevorzugt von 160°C bis 210°C. Die optimale Zeidauer der Nacheinheizung kann für die einzelnen Vernetzertypen mit wenigen Versuchen leicht ermittelt werden. Sie wird dadurch begrenzt, wenn das gewünschte Eigenschaftsprofil des Superabsorbers infolge von Hitzeschädigung wieder zerstört wird. Die thermische Behandlung kann in üblichen Trocknern oder Öfen durchgeführt werden; beispielhaft seien Drehrohröfen, Wirbelpettrockner, Tellertrockner, Paddeltrockner oder Infratrockner genannt.

Die erfundungsgemäßigen Polymerisate können für weite Anwendungsbereiche eingesetzt werden. Wenn sie z. B. als Absorptionsmittel in Damenbinden, Windeln oder in Wundabdeckungen verwendet werden, besitzen sie die Eigenschaft, daß sie große Mengen an Menstruationsblut, Urin oder anderen Körperflüssigkeiten schnell absorbieren. Da die erfundungsgemäßigen Mittel die absorbierten Flüssigkeiten auch unter Druck zurückhalten und zusätzlich in der Lage sind, im gequollenen Zustand weitere Flüssigkeit innerhalb der Konstruktion zu verteilen, werden sie besonders bevorzugt in höheren Konzentrationen, in Bezug auf das hydrophile Fasermaterial wie z.B. Fluff eingesetzt als dies bisher möglich war. Sie eignen sich auch für den Einsatz als homogene Superabsorbierschicht ohne Fluffanteil innerhalb der Windelkonstruktion, wodurch besonders dünne Windeln möglich sind. Weiterhin eignen sich die Polymere zum Einsatz in Hygieneartikel (Inkontinenzprodukte) für Erwachsene.

Die erfundungsgemäßigen Polymeren werden auch in Absorberartikeln eingesetzt, die für die verschiedensten Verwendungen geeignet sind, so z.B. durch Mischen mit Papier oder Fluff oder synthetischen Fasern oder durch Verteilen der Superabsorber zwischen Substraten aus Papier, Fluff oder nicht gewebten Textilien oder durch Verarbeitung in Trägermaterialien zu einer Bahn. Des weiteren finden die erfundungsgemäßigen Polymeren auch überall dort Verwendung, wo wässrige Flüssigkeiten absorbiert werden müssen, wie z. B. bei Kabelummantelungen, in Lebensmittelverpackungen, im Agrarbereich bei der Pflanzenaufzucht und als Wasserspeicher sowie als Wirkstoffträger mit einer zeitlich verzögerten Freisetzung des Wirkstoffes an die Umgebung.

Die erfundungsgemäßigen Superabsorber zeigen überraschendeweise eine bedeutende Verbesserung der Permeabilität, d. h. eine Verbesserung des Flüssigkeitstransportes im gequollenen Zustand. Es werden Polymerisate mit Permeabilitäts-Werten (SFC) von bis zu $70 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^3 \text{ s/g}$ bei einer Retention (TB) von mindestens 27 g/g erhalten, vorzugsweise Polymere mit SFC-Werten von > 70 $\cdot 10^{-7} \text{ cm}^3 \text{ s/g}$ bei einer Retention (TB) von mindestens 25 g/g. Neben diesen ausgezeichneten SFC- und Retentionswerten zeigen die erfundungsgemäßigen Polymeren Maßwerte für die Flüssigkeitsaufnahme unter Druck (AAP 0.7) von mindestens 18 g/g.

Die erfundungsgemäßigen Produkte mit dieser hervorragenden Eigenschaftskombination aus sehr hohen SFC-Werten, hoher Retention und hoher

Absorption unter Druck können ohne die Verwendung toxikologisch bedenklicher Substanzen hergestellt werden.

Wie aus den folgenden Beispielen zu entnehmen ist, ist die erfundungsgemäß Nachvernetzung auf eine Vielzahl chemisch verschiedenen aufgebauter absorberender Polymerate anwendbar. Damit entfällt die Notwendigkeit, bereits während der Herstellung der Polymerate auf spezielle Vernetzerkombinationen, Comonomere oder aufwendige Nachbehandlungsverfahren zurückgreifen zu müssen, um eine auch nur etwas erhöhte Permeabilität zu erreichen.

Testmethoden

Zur Charakterisierung der erfundungsgemäß, absorbierenden Polymerate werden Retention (TB), Aufnahme unter Druck (AAP) und die Durchlässigkeit für 0,9%ige Kochsalzlösung im gequollenen Zustand (SFC) bestimmt.

a) Die Retention wird nach der Teebeutelmethode und als Mittelwert aus drei Messungen angegeben. Etwa 200 mg Polymerat werden in einen Teebeutel eingeschweißt und für 30 Minuten in 0,9%ige NaCl-Lösung getaut. Anschließend wird der Teebeutel in einer Schleuder (23 cm Durchmesser, 1.400 Upm) 3 Minuten geschleudert und gewogen. Einen Teebeutel ohne wasserabsorbierendes Polymerat lässt man als Blindwert mittaufen.

$$\text{Retention} = \text{Auswaage-Blindwert/Einwaage [g/g]}$$

b) Flüssigkeitsaufnahme unter Druck (AAP-Test, gemäß EP 0 339 461)

Die Aufnahme unter Druck (Druckbelastung 50 g/cm²) wird nach einer in der EP 0339461, Seite 7, beschriebenen Methode bestimmt. In einem Zylinder mit Siebboden werden ca. 0,9 g Superabsorber eingewogen. Die gleichmäßig aufgestreute Superabsorberlage wird mit einem Stempel belastet, der einen Druck von 50 g/cm² austübt. Der zuvor gewogene Zylinder wird anschließend auf eine Glasfilterplatte gestellt, die sich in einer Schale mit 0,9%iger NaCl-Lösung befindet, deren Flüssigkeitseiveau genau der Höhe der Filterplatte entspricht. Nachdem man die Zylindereinheit 1 Stunde lang 0,9%ige NaCl-Lösung saugen gelassen hat, wird diese zurückgewogen und der AAP wie folgt berechnet:

$\text{AAP} = \text{Auswaage (Zylindereinheit + Superabsorber)-Einwaage (Zylindereinheit + vollgesogener Superabsorber)} / \text{Einwaage Superabsorber}$

c) Permeabilität im gequollenen Zustand (SFC-Test, gemäß WO 95/22356)
 In einem Zylinder mit Siebboden werden ca. 0,9 g Superabsorbermaterial eingewogen und sorgfältig auf der Siebfläche verteilt. Das Superabsorbermaterial lässt man in JAYCO synthetischen Urin [Zusammensetzung: 2,0 g Kaliumchlorid; 2,0 g Natriumsulfat; 0,85 g Ammoniumdihydrogenphosphat; 0,15 g Ammoniumhydrogenphosphat; 0,19 g Calciumchlorid; 0,23 g Magnesiumchlorid als wasserfreie Salze in 1 l destilliertem Wasser gelöst] 1 Stunde lang gegen einen Druck von 20 g/cm² quellen. Nach Erfassung der Quellhöhe des Superabsorbers lässt man bei konstantem hydrostatischem Druck 0,118 M NaCl-Lösung aus einem nivellierten Vorratsgefäß durch die gequollene Gelschicht laufen. Die gequollene Gelschicht ist während der Messung mit einem speziellen Siebzylinder abgedeckt, der eine gleichmäßige Verteilung der 0,118 M NaCl-Lösung oberhalb des Gels und konstante Bedingungen (Meßtemperatur 20–25°C) während der Messung bezüglich der Gelbettbeschaffenheit gewährleistet. Der auf den gequollenen Superabsorber wirkende Druck ist weiterhin 20 g/cm². Mit Hilfe eines Computers und einer Waage wird die Flüssigkeitsmenge, die die Gelschicht als Funktion der Zeit passiert in Intervallen von 20 Sekunden innerhalb einer Zeitspanne von 10 Minuten erfaßt. Die Fließrate g/s durch die gequollene Gelschicht wird mittels Regressionsanalyse mit Extrapolation der Steigung und Ermittlung des Mittelpunkts auf den Zeitpunkt t=0 der Fließmenge innerhalb der Minuten 2–10 ermittelt. Die Berechnung des SFC-Wertes (K) berechnet sich wie folgt:

$$K = \frac{F_1(t=0) \cdot L_0}{r \cdot A \cdot \Delta P} = \frac{F_1(t=0) \cdot L_0}{139506}$$

Wobei:

$$\begin{aligned} F_1(t=0) & \quad \text{die Fließrate in g/s} \\ L_0 & \quad \text{die Dicke der Gelschicht in cm} \\ r & \quad \text{die Dichte der NaCl-Lösung (1,003 g/cm}^3\text{)} \\ A & \quad \text{die Fläche der Oberseite der Gelschicht im Meßzylinder (28,27 cm}^2\text{)} \\ \Delta P & \quad \text{der hydrostatische Druck, der auf der Gelschicht lastet (4920 dyne/cm}^2\text{)} \\ \text{und} & \quad \text{der SFC-Wert ist [cm}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{g}^{-1}\text{]} \end{aligned}$$

Die formale Addition der Zahlenwerte der Teebeutelretention und des SFC-Wertes verdeutlicht den sprunghaften Anstieg dieser Eigenschaftskombination bei den erfundungsgemäß Polymeraten im Vergleich zu unbehandeltem Superabsorberpulver oder Produkten die nach bekannten Methoden oberflächlich

nachvernetzt wurden. Der Zahlenwert wird bei den erfundungsgemäßen Produkten nicht durch einen hohen Beitrag einer der beiden Werte erreicht (z. B. eines hohen TB-Retentionswertes und eines niedrigen SFC-Wertes und umgekehrt).

Beispiele

In den Beispielen und Vergleichsbeispielen wurde das zur nachvernetzenden Oberflächenbehandlung jeweils eingesetzte Pulver auf eine Teilchengröße von 150 µm bis 850 µm abgesiebt.

Beispiel 1

Eine durch Lösungspolymerisation erhaltene, mit 0,7 Gew.% bezogen auf Acrylsäure, Polyethylenglycoldiacylat vernetzte Polyacrylsäure, die bis 70 Mol% neutralisiert als Natriumsalz vorlag, wurde nach dem Trocknen und Mahlen auf ein Pulver mit einer Teilchengröße von 150-850 µm abgesiebt (Pulver A). 100 g Pulver A wurden unter kräftigem Rütteln mit einer Lösung aus 1 g 1,3-Dioxolan-2-on, 3 g Wasser und 0,5 g Aluminiumsulfat-18-Hydrat vermischt und anschließend für 30 min. in einem Ofen, der auf 180 °C temperiert war, erhitzt.

Zum Vergleich wurden 100 g Pulver A mit einer Lösung aus 1 g 1,3-Dioxolan-2-on und 3 g Wasser vermischt und anschließend für 30 min. in einem Ofen, der auf 180 °C temperiert war, erhitzt (Vergleichsbeispiel 1, entsprechend DE 4020780).

Zum weiteren Vergleich wurden 100 g Pulver A mit einer Lösung aus 3 g Wasser und 0,5 g Aluminiumsulfat-18-Hydrat vermischt und anschließend für 30 min. in einem Ofen, der auf 180 °C temperiert war, erhitzt (Vergleichsbeispiel 2).

Produkt	TB [g/g]	AAP _{0,7} [g/g]	SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]	TB+SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]
Pulver A	33,5	8,5	0	33,5
Beispiel 1	29,0	23,5	70	99
Vergleichsbeispiel 1	29,0	24,5	15	43
Vergleichsbeispiel 2	32,5	11	0	32,5

Beispiele 2-6

Fünf pulverförmige, mit unterschiedlichen Mengen an Polyethylenglycoldiacylat radikalisch polymerisierte Polyacrylsäuren (Pulver B, C, D, E und F, je 100 g), die zu 70 Mol-% als Natriumsalz vorlagen, wurden nach dem Trocknen und Mahlen auf 150-850 µm abgesiebt und unter kräftigem Rütteln mit einer Lösung aus 1 g 1,3-Dioxolan-2-on, 3 g Wasser und 0,5 g Aluminiumsulfat-18-Hydrat vermischt und anschließend für 30 min. in einem Ofen, der auf 180 °C temperiert war, erhitzt.

Produkt	Gew.% AcS	TB [g/g]	AAP _{0,7} [g/g]	SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]	TB+SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]
Pulver E	30	36,5	30	23,5	40
Beispiel 7			30	24	22
Vergleichsbeispiel 3			30	24	22
Pulver F	28	36	29,5	24,5	52
Beispiel 8			30	24	22

*: Acrylsäure

Beispiele 7-11

5 verneutzte Polyacrylsäuren (Pulver E-I) wurden durch einen Herstellungsprozess gewonnen, bei dem der Gehalt an Acrylsäure, die zu 70% neutralisiert war (AcS), in der wässrigen Monomerlösung variiert wurde (22-30 Gew. %, siehe Tabelle) und mit 0,7 Gew. %, bezogen auf Acrylsäure, einer Mischung aus zwei Vernetzern Triallylamin und Polyethylenglycoldiacylat verneutzt wurde. Nach dem Trocknen und Mahlen des Polymerisates wurde auf 150-850 µm Teilchengröße abgesiebt und je 100 g der Pulver

a) unter kräftigem Rütteln mit einer Lösung aus 1 g 1,3-Dioxolan-2-on, 2,5 g Wasser und 0,5 g Aluminiumsulfat-14-Hydrat vermischt und anschließend für 60 min. in einem Ofen, der auf 175 °C temperiert war, erhitzt (Beispiele 7-11), bzw.

b) unter kräftigem Rütteln mit einer Lösung aus 1 g 1,3-Dioxolan-2-on und 3 g Wasser vermischt und anschließend für 60 min. in einem Ofen, der auf 175 °C temperiert war, erhitzt (Vergleichsbeispiele 3-7).

PC1/EP		WO 00/53664		PCT/EP00/01609		WO 00/53664		Vergleichsbeispiel 12		Vergleichsbeispiel 13		Vergleichsbeispiel 14	
Vergleichsbeispiel 4		17		30		25,5		25		55		31	
Beispiel 9		30		25		25		15		31		22	
Pulver G		26		35,5		29		62		91		31	
Vergleichsbeispiel 5		30		25		30		15		45		22	
Pulver H		24		36		29,5		24		60		89,5	
Beispiel 10		30		24,5		30		25		55		5	
Vergleichsbeispiel 6												36	
												36	
												36	
												91	

Vergleichbeispiel 14

10ug Raffor Sxw 000 (Handelsprodukt der Firma Stockhausen GmbH & Co., oberflächen nachvernetztes Polyacrylat) wird unter kräftigem Rühren mit einer Lösung aus 2,5 g Wasser und 0,5 g Aluminiumsulfat-14-Hydrat vermischt und anschließend für 30 min. in einem Ofen, der auf 180 °C temperiert war, erhitzt.

	TB	AAP _{0,7}	SFC	TB+SFC
	[g/g]	[g/g]	[10 ⁻⁷ cm ³ s/g]	
Pulver M	31,5	25,5	5	36,5
Vergleichsbispiel 14	27	21,5	15	42

Belanlage 12-13

Vergleichsbeispiele 8 - 13
20 g der Polymerpulver (I) bzw. (M), FAVOR[®] SXM 6860 (siehe Vergleichsbeispiel 14) werden mit den nachfolgenden Lösungen/Dispersionen für 1 h auf 68 °C erhitzt.
Nach dem Abkühlen wird das Polymer abfiltriert und 1 h bei 80 °C im

Trockenschrank getrocknet (vgl. US 4043952).

a) 0,7 g Zinkacetat in 60 g Methanol/Wasser (90/10) (Vergleichsbeispiel 8).

b) 0,18 g basisches Aluminiumacetat (Aluminiumhydroxidacetat) in 60 g Methanol

c) 0,1 g $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 14 \text{ H}_2\text{O}$ in 60 g Methanol/Wasser (90/10) (Vergleichsbeispiel 10).

卷之三

a) 0,7 g Zinkacetat in 60 g Methanol/Wasser (90/10) (Vergleichsbeispiel 11)

b) 0.18 g basisches Aluminiumacetat (Aluminiumhydroxidacetat) in 60 g Methanol

0,01 g $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ x 14 H₂O in 80 g Methanol/Wasser (90/10) (Vergleichsbeispiel 13).

Produkt	TB [g/g]	AAP _{0,7} [g/g]	SFC $[10^{-7} \text{cm}^3 \text{s/g}]$	TB+SFC	Pulver C 36	Beispiel 13 30	Vergleichsbeispiel 16 30	81 50
Vergleichsbeispiel 8	31,5	8	0	31,5				
Vergleichsbeispiel 9	32	8	0	32				
Vergleichsbeispiel 10	31	9	0	31				
Vergleichsbeispiel 11	30,5	22	4	34,5				

Beispiel 14

100 g eines vernetzten pulverförmigen Copolymers aus Acrylsäure und 2 Gew.-% eines Methoxypolyethyleenglycolmonomethacrylsäureesters (17 EO) (Pulver P), bei dem die Acrylsäure zu 70 Mol-% als Natriumsalz vorlag, wurde unter kräftigem Rühren mit einer Lösung aus 1 g 1,3-Dioxolan-2-on, 2,5 g Wasser und 0,5 g Aluminiumsulfat-14-Hydrat vermischt und anschließend für 30 min. in einem Ofen, der auf 175 °C temperiert war, erhitzt.

Zum Vergleich wurden 100 g Pulver mit einer Lösung aus 1 g 1,3-Dioxolan-2-on und 3 g Wasser vermischt und anschließend für 60 min. in einem Ofen, der auf 175 °C temperiert war, erhitzt (Vergleichsbeispiel 17).

Produkt	TB [g/g]	AAP _{0,7} [g/g]	SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]	TB+SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]
Pulver P	35			
Beispiel 14	28,5	24	100	128,5
Vergleichsbeispiel 17	28	25	25	53

Beispiel 15-17

Durch Lösungspolymerisation gewonnene, radikalisch polymerisierte Polyacrylsäure (Gehalt an Polyethylenglykoldiacrylat als bifunktionelles Vernetzer: 0,8 Gew.-%, 0,7 Gew.-% bzw. 1,1 Gew.-%), die bis 70 Mol-% als Natriumsalz neutralisiert vorlag, wurde nach dem Trocknen und Mahlen auf 150-850 µm abgesiebt (Pulver C, Pulver Q bzw. Pulver S). Das jeweilige Pulver wird kontinuierlich mit 80 kg/h einem Paddelmischer zugeführt und mit 4 Gew.-% einer Lösung aus 1,3-Dioxolan-2-on, Wasser, und Aluminiumsulfat-18-Hydrat (1 Teil// 2,5 Teile/ 0,5 Teile) vermischt. Die Behandlungslösung wird mittels einer Zweistoffdüse im Mischer fein verteilt aufgegeben.

Zur thermischen Behandlung werden kontinuierlich 80 kg/h der Mischung in einen Trockner dosiert, der mit rotierenden, diskusförmigen Mischelementen ausgerüstet ist, die mit Dampf auf 168 °C beheizt werden. Anschließend wird die Mischung im Wirbelbett mit Luft abgekühlt.

Produkt	TB [g/g]	AAP _{0,7} [g/g]	SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]	TB+SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]
Pulver C	32,5	10	0	32,5
Beispiel 15	28,0	24,0	112	140
Beispiel 16	23,5	21,5	188	211,5
Beispiel 17	30	23,5	55	85

Beispiel 18

100 g einer pulverförmigen, vernetzten Polyacrylsäure (Pulver C), die bis 70 Mol-% als Natriumsalz neutralisiert vorlag, wurde nach dem Trocknen und Mahlen auf 150-850 µm abgesiebt und unter kräftigem Rühren mit einer Lösung aus 1 g 1,3-Dioxolan-2-on, 3 g Wasser und 0,7 g Aluminiumchlorid-6-Hydrat vermischt und anschließend für 30 min. in einem Ofen, der auf 180 °C temperiert war, erhitzt.

Produkt	TB [g/g]	AAP _{0,7} [g/g]	SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]	TB+SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]
Pulver C	32,5	10	0	32,5
Beispiel 18	29,5		23,0	62

Beispiel 19

100 g einer pulverförmigen, vernetzten Polyacrylsäure (Pulver C), die bis 70 Mol-% als Natriumsalz neutralisiert vorlag, wurde nach dem Trocknen und Mahlen auf 150-850 µm abgesiebt und unter kräftigem Rühren mit einer Lösung aus 1 g 1,3-Dioxolan-2-on, 3 g Wasser und 0,7 g Eisen(III)chlorid-6-Hydrat vermischt und anschließend für 30 min. in einem Ofen, der auf 180 °C temperiert war, erhitzt.

Produkt	TB [g/g]	AAP _{0,7} [g/g]	SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]	TB+SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]
Pulver C	32,5	10	0	32,5
Beispiel 19	29		22,5	46

Beispiele 20 und 21

100 g einer pulverförmigen, vernetzten Polyacrylsäure (Pulver T), die bis 70 Mol-% als Natriumsalz neutralisiert vorlag, wurde nach dem Trocknen und Mahlen auf 150-850 µm abgesiebt und unter kräftigem Rühren mit einer Lösung aus 1 g 1,3-Dioxolan-2-on, 3 g Wasser und 0,1 g Calciumacetat-Hydrat (Beispiel 20), bzw. Magnesiumacetat-4-Hydrat (Beispiel 21) vermischt und anschließend für 30 min. in einem Ofen, der auf 185 °C temperiert war, erhitzt.

Produkt	TB [g/g]	AAP _{0,7} [g/g]	SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]	TB+SFC [10 ⁻⁷ cm ³ s/g]
Pulver T	31,5	10	0	31,5
Beispiel 20	28,5		23,5	40
Beispiel 21	29,0		24	42

Beispiele 22-27:

Zwei pulverförmige, unterschiedlich stark vernetzte Polyacrylsäuren (Pulver A bzw. C, 100 g), die bis 70 Mol-% als Natriumsalz neutralisiert vorlagen, wurden nach dem Trocknen und Mahlen auf 150-850 µm abgesiebt und unter kräftigem Rühren mit einer Lösung aus den in der Tabelle angegebenen Mengen 1,3-Dioxolan-2-on, Wasser und Aluminiumsulfat-18-Hydrat vermischt und anschließend für in einem Ofen bei der angegebenen Temperatur und Zeitspanne erhitzt.

Produkt	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3^{**}$	EC*	H_2O	TB	$\text{AAP}_{0,7}$	SFC	TB+SFC	T/t	[$10^7 \text{ cm}^3/\text{s}/\text{g}$]	[°C/min.]
	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[$10^7 \text{ cm}^3/\text{s}/\text{g}$]	
Pulver A					33,5	9	0	33,5		
Beispiel 22	0,4	1	2,25	29	23	62	91	175/60		
Beispiel 23	0,45	0,75	2,5	29	22,5	65	94	180/40		
Beispiel 24	0,75	0,75	2,5	29,5	22	121	150,5	180/30		
Pulver C					32,5	10	0	32,5		
Beispiel 25	0,3	1	2,5	31	23,5	72	103	180/30		
Beispiel 26	0,5	1	1,0	30	23	94	124	170/60		
Beispiel 27	0,8	0,7	2,2	27	21	150	177	180/30		

** 1,3-Dioxolan-2-on

** $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ **Beispiele 28 und 29:**

Jeweils 100 g einer pulverförmigen, vernetzten Polyacrylsäure (Pulver U), die zu 70 Mol % als Natriumsalz vorlagen, wurden nach dem Trocknen und Mahlen auf 150 bis 180 µm abgesiebt und mit Lösungen, die den Zusammensetzung in der Tabelle angegeben sind, unter kräftigem Rühren vermischt und anschließend in einem Ofen, entsprechend der unten angegebenen Bedingungen, erhitzt:

Produkt	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3^{**}$	EC*	H_2O	TB	$\text{AAP}_{0,7}$	SFC	TB+SFC	T/t	[$10^7 \text{ cm}^3/\text{s}/\text{g}$]	[°C/min.]
	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[$10^7 \text{ cm}^3/\text{s}/\text{g}$]	
Pulver U								31	11	0
Beispiel 28	0,5				0,5	3	28	23,5	43	71
Beispiel 29	0,5				0,5	3	28	23	33	61
Vergleichsbeispiel 18					0,5	3	28,5	24	12	40,5
Vergleichsbeispiel 19					0,5	3	28	24	9	37
										120/30

* Ethylenglycoldiglycidylether

** $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$

Die Beispiele zeigen die deutliche Verbesserung der Permeabilität der erfundungsgemäßigen Polymerisate im gequollenen Zustand, gekennzeichnet durch einen SFC-Wert. Die beiden anderen relevanten Parameter, die Teebeutelretention und die Flüssigkeitsaufnahme unter Druck ($\text{AAP}_{0,7}$) liegen trotz hoher Permeabilität auf hohem Niveau. Gezeigt wurde auch, daß sich nur durch die Behandlung mit einer Kombination aus organischen Nachvernetzer und einer anorganischen Salzkomponente wie Aluminiumsulfat, Aluminiumchlorid, Eisenchlorid (III), Magnesium- oder Calciumacetat mit Erhitzen des beschichteten Polymerisates eine entsprechende Eigenschaftskombination aus hohem Retentionsvermögen, guter Flüssigkeitsaufnahmefähigkeit unter Druck und hoher Permeabilität im gequollenen Zustand erreichen läßt. Nur die Verwendung der Salzkomponente (Vergleichsbeispiele 2 und 8 – 10) oder des organischen Nachvernetzers (Vergleichsbeispiele 1, 3 – 7 und 15 – 17) führt nicht zum gewünschten Eigenschaftsprofil. Eine nachträgliche Behandlung von bereits oberflächlich nachvernetztem Polymerisat mit einem Aluminiumsulfat führt nicht zu der gewünschten deutlichen Verbesserung der Permeabilität (Vergleichsbeispiele 11 bis 14). Vielmehr ist dabei eine Schädigung der Retentions- und Flüssigkeitsaufnahmefähigkeit unter Druck zu verzeichnen.

Oberflächenbehandlungen, die in den Vergleichsbeispielen beschrieben sind und aus den jeweilig angegebenen Patenten entnommen sind, führen auch nicht annähernd zu Superabsorbern, die mit den erfundungsgemäßen Produkten vergleichbar sind. Darüber hinaus treten bei der Beschichtung der Polymerisate mit großen Mengen wässriger Lösung, bzw. organischer Lösungsmittel erhebliche Probleme bezüglich der Durchführbarkeit der Verfahren auf (starkes Verkumpfen des Materials, bzw. große Mengen abzufliehender organischer Dämpfe).

Patentansprüche:

1. Pulverförmiges, an der Oberfläche nachvernetztes, Wasser, wäßrige oder säröse Flüssigkeiten sowie Blut absorzierendes Polymerisat, aufgebaut aus
 - a) 55-90,9 Gew.% polymerisierten, ethylenisch ungesättigten, stäuregruppenenthaltenden Monomeren, die mindestens 25 Mol% neutralisiert sind,
 - b) 0-40 Gew.% polymerisierten, ethylenisch ungesättigten, mit a) copolymerisierbaren Monomeren,
 - c) 0,1 - 5,0 Gew% eines oder mehrerer polymerisierter Verneitzer,
 - d) 0-30 Gew% eines wasserlöslichen Polymeren wobei die Summe der Gewichtsmengen a) bis d) 100 Gew.% beträgt, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymerisat mit
 - e) 0,01 bis 5 Gew.%, bezogen auf das Polymerisat, eines organischen Oberflächenaktivierungsmittels, mit Ausnahme von Polyolen, in Form einer wässrigen Lösung und mit
 - f) 0,001 – 1,0 Gew.%, bezogen auf das Polymerisat, eines Kations in Form einer wässrigen Lösung beschichtet und nachvernetzt worden ist.
2. Polymerisat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponente e) mit 0,1 bis 2,5 Gew%, bevorzugt mit 0,5 bis 1,5 Gew.% und die Komponente f) mit 0,005 bis 0,5 Gew.%, bevorzugt mit 0,01 bis 0,2 Gew.% eingesetzt wurden.
3. Polymerisat nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß nur Wasser als Lösungsmittel für die Komponenten e) und f) eingesetzt wurde.
4. Polymerisat nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten e) und f) gemeinsam in einer wässrigen Lösung eingesetzt wurden.
5. Polymerisat nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtmenge Wasser der getrennt oder gemeinsam zugegebenen wässrigen Lösungen 0,5 bis 10 Gew.%, vorzugsweise 0,75 bis 5 Gew.%, besonders bevorzugt 1 bis 4 Gew.%, bezogen auf das Polymerisat, betrug.
6. Polymerisat nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Komponente f) ein Kation eines Alkali- oder Erdalkalimetalls, von Zink, Eisen, Aluminium, Titan oder einem weiteren Übergangsmetall, oder ein Doppelsalz

7. Polymerisat nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Komponente e) Alkylenkarbonate, vorzugsweise mit C₂ bis C₁₀, besonders bevorzugt mit C₂ bis C₆, im Ring eingesetzt worden sind.

8. Polymerisat nach Anspruch 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Alkylenkarbonat 1,3-Dioxolan-2-on und als Salz ein Aluminiumsalz, vorzugsweise Aluminiumsulfat, eingesetzt worden ist.

9. Polymerisat nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachvernetzung bei Temperaturen von 40°C bis 300°C, bevorzugt 80°C bis 250°C, besonders bevorzugt 160°C bis 210°C erfolgt ist.

10. Polymerisat nach den Ansprüchen 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens 50%, bevorzugt mindestens 75% der Säuregruppen der Monomereinheiten a) Carboxylgruppen sind.

11. Polymerisat nach den Ansprüchen 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Monomereinheiten a) von Acrylsäure und/oder Methacrylsäure ableiten.

12. Polymerisat nach den Ansprüchen 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Komponente d) Stärke und/oder Polyvinylalkohol bzw. deren Derivate eingesetzt worden sind.

13. Polymerisat nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymerisat bei einer Permeabilität (SFC) bis zu 70 · 10⁻⁷ cm³/g eine Retention (TB) von mindestens 27 g/g aufweist.

14. Polymerisat nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymerisat bei einer Permeabilität (SFC) von > 70 · 10⁻⁷ cm³/g eine Retention (TB) von mindestens 25 g/g aufweist.

15. Polymerisat nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymerisat eine Flüssigkeitsaufnahme unter Druck (AAP 0,7) von mindestens 18 g/g aufweist.

Zweier verschiedener Kationen oder eine Mischung der Salze, bevorzugt ein Aluminiumsalz verwendet worden sind.

16. Verfahren zur Herstellung von absorbiierenden Polymerisaten nach den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Mischung aus

- a) 55-99,9 Gew% ethylenisch ungesättigten, stäuregruppentragenden Monomeren, die mindestens zu 25 Mol% neutralisiert sind,
- b) 0-40 Gew% ethylenisch ungesättigten, mit a) copolymerisierbaren Monomeren,

c) 0,1 - 5,0 Gew% eines oder mehrerer Vernetzerverbindungen,

d) 0-30 Gew% eines wasserlöslichen Polymeren

wobei die Summe der Komponenten a) bis d) 100 Gew. % beträgt; radikalisch polymerisiert, ggf. zerkleinert, trocknet, pulverisiert, siebt und daß man das Polymerisatpulver mit

e) 0,01 bis 5 Gew. %, bezogen auf das Polymerisat, eines organischen Oberflächenaktivvernetzungsmittels, mit Ausnahme von Polyolen, in Form einer wässrigen Lösung und mit

f) 0,001 - 1,0 Gew%, bezogen auf das Polymerisat, eines Kations in einer wässrigen Lösung behandelt,

wobei unter intensiven Mischen der gemeinsam oder getrennt vorliegenden, wässrigen Lösungen der Komponenten e) und f) mit dem Polymerisatpulver eine Nachvernetzung des Polymerisatpulvers erfolgt.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das eingesetzte Polymerisatpulver einen Feuchtigkeitsgehalt von 0,5 bis 25 Gew. %, vorzugsweise 1 bis 10 Gew.% und besonders bevorzugt 1 bis 8 Gew.% aufweist.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß das eingesetzte Polymerisatpulver eine Teilchengröße von < 3000 µm, vorzugsweise 20 bis 2000µm und besonders bevorzugt 150 bis 850 µm aufweist.

19. Verfahren nach den Ansprüchen 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das wässrigen Lösungen der Komponente e) und f) vor ihrem Einsatz auf 20°C bis 100°C, bevorzugt 20°C bis 60°C, aufgewärmt werden.

20. Verfahren nach den Ansprüchen 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachvernetzung bei Temperaturen von 40°C bis 300°C, vorzugsweise 80°C bis 250°C, besonders bevorzugt 160°C bis 210°C, erfolgt.

21. Verwendung der Polymerisate nach den Ansprüchen 1 bis 15 als Absorptionsmittel für Wasser oder wäßrige Flüssigkeiten, vorzugsweise in

Konstruktionen zur Aufnahme von Körperflüssigkeiten, in gesäumten und nicht geschäumten Flächengebilden, in Verpackungsmaterialien, in Konstruktionen für die Pflanzenaufzucht, als Bodenverbesserungsmittel- oder als Wirkstoff-Träger.

22. Verwendung der Polymerisate nach den Ansprüchen 1 bis 15 als überwiegendes bis zu ausschließliches Absorptionsmittel in Schichten absorbierender Einlagen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Search Application No.
PCT/EP 00/01609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C08J/3/24 //C08F/8/00 //C08F/101:14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C08F C08F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 127, no. 4, 28 July 1997 (1997-07-28) Columbus, Ohio, US; abstract no. 51534, abstract & DATABASE WPI Week 9/29 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 1997-316703 & JP 09 124879 A (SANYO CHEM IND LTD), 13 May 1997 (1997-05-13) abstract	1,5,6, 11,16,21
Y	EP 0 233 067 A (SEKISUI PLASTICS) 19 August 1987 (1987-08-19) cited in the application claims 1-4,11,12	1,6,16, 21

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

'A' document defining the general state of the art which is not considered to be a particular relevance

'E' earlier document but published on or after the International filing date

'L' document which may throw doubt on priority (claim(s) or which is cited to establish the publication date of another document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

'D' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

'P' document member of the same patent family

'R' document published after the international filing date

or priority date and in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

'W' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

'G' document member of the same patent family

Date of mailing of the international search report

14 July 2000

01/08/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5018 Patentdienst 2
D-2200 Hamburg 52
Tel. (+49-10-30-30-3040, Te. 31 651 epo.nl,
Fax. (+49-10-30-30-3016)

Authorized Officer

Hallemeesch, A

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 574 260 A (NIPPON CATALYTIC CHEM IND) 15 December 1993 (1993-12-15) claims 1,11,17 page 10, line 51 -page 11, line 29 examples 23-29,42-48	1,6,16, 21
A	DE 40 20 780 C (CHEMISCHE FABRIK STOCKHAUSEN GMBH) 29 August 1991 (1991-08-29) cited in the application claims 1-14	1,3,7, 9-12,16, 18-21
A	US 5 314 420 A (SMITH SCOTT J ET AL) 24 May 1994 (1994-05-24) claims 1,10,11 column 8, line 3 - line 45 column 10, line 20 - line 57	1,7
A	DE 35 03 458 A (ARAKAWA CHEM IND) 8 August 1995 (1985-08-08) claims 1,4,7,8 page 8, line 19 -page 9, line 23	1,6

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 233 067 A (SEKISUI PLASTICS) 19 August 1987 (1987-08-19) cited in the application claims 1-4,11,12	1,6,16, 21
A	US 5 314 420 A (SMITH SCOTT J ET AL) 24 May 1994 (1994-05-24) claims 1,10,11 column 8, line 3 - line 45 column 10, line 20 - line 57	1,7
A	DE 35 03 458 A (ARAKAWA CHEM IND) 8 August 1995 (1985-08-08) claims 1,4,7,8 page 8, line 19 -page 9, line 23	1,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Anträgen
PCT/EP 00/01609

C(Fortsetzung) ALB WESENTLICH ANGEGEHENDE UNTERLAGEN

Kategorie*	C(Fortsetzung) ALB WESENTLICH ANGEGEHENDE UNTERLAGEN	
Y	EP 0 574 260 A (NIPPON CATALYTIC CHEM IND) 15. Dezember 1993 (1993-12-15) Ansprüche 1,11,17 Seite 10, Zeile 51 -Seite 11, Zeile 29 Beispiele 23-29, 42-48	1,6,16, 21
A	DE 40 20 780 C (CHEMISCHE FABRIK STOCKHAUSEN GMBH) 29. August 1991 (1991-08-29) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1-14	1,3,7, 9-12,16, 18-21
A	US 5 314 420 A (SMITH SCOTT J ET AL) 24. Mai 1994 (1994-05-24) Ansprüche 1,10,11 Spalte 8, Zeile 3 - Zeile 45 Spalte 10, Zeile 20 - Zeile 57	1,7
A	DE 35 03 458 A (ARAKAWA CHEM IND) 8. August 1985 (1985-08-08) Ansprüche 1,4,7,8 Seite 8, Zeile 19 -Seite 9, Zeile 23	1,6

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören
Int. Anträgen
PCT/EP 00/01609

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglieder der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 0233067 A	19-08-1987	CA 1280398 A DE 3762418 D JP 1875212 C KR 9400965 B US 4771105 A	19-02-1991 31-05-1990 26-09-1994 08-11-1988 07-02-1994 13-09-1988
	EP 0574260 A	15-12-1993	JP 6122707 A DE 69323652 D DE 69323652 T EP 0870488 A JP 605931 A KR 165136 B	06-05-1994 08-04-1999 09-09-1999 18-11-1998 01-03-1994 20-03-1999
	DE 4020780 C	29-08-1991	AT 140870 T AU 649240 B AU 6880491 A CA 2086002 A DE 50010437 D DK 536128 T WO 9200108 A EP 0536128 A ES 2053426 T FI 925692 A HU 63345 A JP 2816348 B JP 5508425 T JP 9710058 B KR 9710058 B LT 962 A LV 10584 A LV 10584 B RU 2106153 C US 5409771 A	15-08-1996 19-05-1994 23-01-1992 30-12-1991 05-09-1996 30-12-1996 09-01-1992 14-04-1993 01-08-1994 28-12-1992 30-08-1993 27-10-1998 25-11-1993 20-06-1997 27-03-1995 20-04-1995 20-06-1996 10-03-1998 25-04-1995
	US 5314420 A	24-05-1994	DE 6940325 D DE 6940325 T EP 0644207 A JP 7185331 A US 5395991 A US 5451613 A US 5462972 A	13-02-1997 14-08-1997 22-03-1995 25-07-1995 21-03-1995 19-09-1995 31-10-1995
	DE 3503458 A	08-08-1985	JP 1053974 B JP 1779799 C JP 60163956 A FR 2559158 A US 4587308 A	16-11-1989 13-08-1993 26-08-1985 09-08-1985 06-05-1986